Aus der I. Medizinischen Klinik der Charité zu Berlin
Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. His.

Ueber die Beeinflussung der intracellulären Acidität durch das vegetative Nervensystem

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Erich Levy
aus Landsberg a. W.

Tag der Promotion: 1. Dezember 1928

Gebrüder Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstraße 44.

9

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Keibel.

Referenten: Geh. Med. Rat Prof. Dr. His

Privatdozent Dr. Petow

Ueber die Beeinflussung der intracellulären Acidität durch das vegetative Nervensystem.

In ihrer Arbeit „Die Stellung der Elektrolyte im Organismus“ von Kraus und Zondek (1) kommen die Autoren zu dem Ergebnis, daß für die Elektrolytverteilung in der Zelle in erster Linie das vegetative Nervensystem (N. vagus und N. sympathicus) maßgebend ist.

Wir finden folgende Sätze:

„Wir messen der Elektrolytverteilung eine große Bedeutung für die Zellfunktion bei. Welches sind nun die Faktoren, die für die Elektrolytverteilung maßgebend sind? Wie schon anfangs hervorgehoben wurde, kommt hierfür in erster Linie das Nervensystem, besonders das vegetative (Vagus und Sympathicus) in Frage. Störungen im Regulationsmechanismus des letzteren müssen daher — und zwar primär — zu einer Störung in dem Verteilungsprozeß der Elektrolyte führen. Neben dem Nervensystem spielt aber noch ein anderer Faktor eine große Rolle und dieser betrifft das Colloidsystem der Zelle. Die Elektrolytverteilung spielt sich ab zwischen Elektrolyt und den colloidalen Grenzflächen. Nur wenn letztere eine normale Beschaffenheit haben, kann der Verteilungsprozeß der Elektrolyte ein normaler sein.“

In einer früheren Arbeit: „Ueber die Durchtränkungsspannung“ zeigen dieselben Autoren, „daß am isolierten Froschherzen unter dem Einfluß einer relativen Kalium- bezw. Calciumvermehrung die Aciditätsverhältnisse sich ändern. Kaliumkonzentrierung führt dazu, daß der Kolloidelektrolyt OH-Ionen abspaltet und nach außen abgibt, Calciumkonzentrierung bewirkt, daß H-Ionen abgegeben werden. Dies läßt sich auch im Gesamtorganismus nachweisen.“

Wenn nun aber der Kolloidelektrolyt OH-Ionen nach außen abgibt, „so ist anzunehmen, daß er selbst dadurch eine Zunahme an sauren Valenzen erfahren hat und umgekehrt bei Abspaltung

von H-Ionen nach außen eine Zunahme von alkalischen Valenzen (evtl. stärkere OH-Adsorption)."

Auf Grund dieser Annahme kommen Kraus und Zondek bei ihrem Versuch (Kalium- und Calciumwirkung auf das isolierte Froschherz) zu dem Schluß, daß „die Kaliumwirkung identisch ist mit der Wirkung von Säuren (z. B. HCl), und daß Laugen (z. B. NH_4OH) dasselbe bewirken, wie Calcium; denn belastet man z. B. das Zellsystem künstlich mit Säuren, so bleibt ihnen nichts anderes übrig, als H-Ionen zu adsorbieren. Es tritt dabei dasselbe ein, wie bei Abspaltung von OH-Ionen (also Kaliumwirkung)."

Unter dem Einfluß von Elektrolytveränderungen ändern sich aber auch die Aciditätsverhältnisse der Zelle und auf diese kommt es in unserer Arbeit hauptsächlich an.

Diese Elektrolytveränderungen nun wollten wir prüfen, und zwar versuchten wir, die Acidität der Zellen zu beeinflussen

a) durch alimentäre Reize,

b) durch direkte Beeinflussung des vegetativen Nervensystems.

Ob die alimentären Reize direkt oder auf dem Umwege über das vegetative Nervensystem wirken, ist noch nicht geklärt.

a) Alimentäre Reize.

Wir wollen die Aciditätsverhältnisse im Organismus untersuchen

1. bei Peptonernährung,
2. bei Zuckerernährung,
3. im Hungerzustand,
4. im Durstzustand,
5. im Hunger- und Durstzustand.

b) Direkte Beeinflussung des vegetativen Nervensystems.

6. bei Einwirkung von Atropin,
7. bei Einwirkung von Pilocarpin.

Vom Atropin wissen wir, daß es auf den Parasympathicus lähmend, vom Pilocarpin, daß es auf den Parasympathicus er-

regend wirkt. So lähmt z. B. Atropin die sekretorischen Fasern des Parasympathicus, die die Drüsensekretion bewirken, Pilocarpin regt sie an.

Wir müssen also durch Atropin und Pilocarpin Elektrolytverschiebungen bekommen, d. h. die Aciditätsverhältnisse der Zelle müssen sich ändern.

Wie können wir nun die Acidität, bezw. die H-Ionenkonzentration der Zelle prüfen?

Man kann diese nach zwei Methoden bestimmen:

1. elektrometrisch,
2. kolorimetrisch.

Die elektrometrische Methode wandten Michaelis und Kramstyk (3), später Schaade (4), ferner Vlès, Reiss und Vellinger (5) an.

Michaelis und Kramstyk stellten wässerige Extrakte von Organen (Leber, Niere, Pankreas) verschiedener Tiere her, die zuerst gekocht, dann zerkleinert und nun elektrometrisch gemessen werden. Während Schaades elektrometrische Messungen nur für das Subcutangewebe anwendbar sind, versuchten Vlès, Reiss und Vellinger auch andere Zellen zu untersuchen und zwar stellten sie Versuche an Seeigeleiern an.

Doch weisen alle diese Methoden zu große Fehlerquellen auf — CO_2-Verlust und postmortale Säuerung —, und so kam für unsere Zwecke nur die kolorimetrische Methode in Betracht, da wir ja die Reaktion der lebenden Zelle untersuchen wollten.

Diese kolorimetrische Methode führt man aus mittels Farbstoffen, sogenannten Indikatoren, die die Eigenschaft haben, bei Aenderung ihrer H-Ionen-Konzentration ihre Farbe zu ändern. Man kann also, wenn man einen solchen Indikator im Reagenzglas mit einer Säure bezw. einer Lauge behandelt, typische Farbänderungen auftreten sehen.

Solche Indikatoren sind z. B. Neutralrot, Alizarinsulfosaures Natrium, Phenolrot, Cresolrot, Bromthymolblau, Lakmus, Lakmoid u. a.

Wahrscheinlich der erste, der Zellfärbungen mit Indikatoren vornahm, war 1858 Hartwig (6), der Pflanzenzellen mit Lakmus färbte. Dann benutzte Lieberkühn (7) 1874 Alicarin zu Zellfärbungen, und nun folgen Ehrlich (8), (Gehirn), Dreser (9) (Niere), Edinger (10) (Magen), die alle Alicarin als Indikator benutzten.

Im Jahre 1900 veröffentlicht Michaelis (11) Untersuchungen über Färbungen mit Neutralrot, es folgen Untersuchungen von Friedenthal (12), Magnus (13), Rosin (14), Fischel (15), jedoch erst durch die sehr eingehenden Arbeiten Bethes (16) und Rohdes (17) wird die Frage der Indikatorenfärbung mehr geklärt.

Einen anderen Weg geht Gräff (18), der Färbungen mit Indikatoren ausführt, indem er auf kleine Stücke von Leichenorganen 1—3 Tropfen des Indikators tropft und dann durch Vergleich der Stücke die Reaktion ermittelt.

Wie schon vorher erwähnt, tritt jedoch sehr bald post mortem eine Säuerung des Gewebes ein und wir halten aus diesem Grunde, ferner wegen der beigemengten Intercellularflüssigkeit und des beigemengten Blutes die Fehlerquellen dieser Methode für recht beträchtlich.

Als einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiete der Zellfärbung mittels Indikatoren müssen wir daher die Arbeiten von Vlès und Fräulein Schmidtmann (19) ansehen.

Die Methodik dieser beiden Autoren verfolgt das Ziel, die Farbreaktion innerhalb der Zelle zu beobachten und allein diese Methodik erscheint uns als die richtige.

Auch unsere Methodik verfolgt dieses Prinzip und zwar besteht sie darin, dem Versuchstier ein bestimmtes Quantum Indikator subcutan oder intraperitoneal zu injizieren und dann am vivisektorisch exstirpierten Organ möglichst schnell die Zellraktion zu untersuchen.

Allgemeine Methodik.

Wir spritzten zunächst Mäusen 3 Tage lang täglich 2 ccm des Indikators subcutan bezw. intraperitoneal in Abständen von ca. 24 Stunden und untersuchten dann ca. 24 Stunden nach der letzten Injektion die vivisektorisch exstirpierten Organe.

Da wir feststellten, daß nach 24 Stunden in den meisten Fällen eine starke Entfärbung eingetreten war, stellten wir Reihenversuche an und stellten fest, daß beim Neutralrot und Phenolrot das Maximum der Färbung bereits nach einer Stunde eintrat. Ferner sahen wir, daß es am zweckmäßigsten ist, Neutralrot subcutan, Phenolrot intraperitoneal zu spritzen.

Es ist wichtig, sehr schnell zu arbeiten, um wirklich die Reaktion der lebenden Zelle sehen zu können. Von Indikatoren wandten wir an:

Neutralrot,
Phenolrot,
Alicarinsulfosaures Na.
Bromthymolblau
Cresolrot.

Wirklich brauchbare Resultate sahen wir jedoch nur beim Neutralrot und Phenolrot, rodaß wir unsere Untersuchungen auf diese beiden Indikatoren beschränkten.

Das Neutralrot wurde 1878 von Witt entdeckt. Es ist chemisch Dimethyldiamidotoluphenazin, und hat seinen Umschlagspunkt bei etwa Ph_7, und zwar schlägt es von rot in gelb um. Erhöhen sich die H-Werte, so bekommen wir einen Farbton, der mehr ins Rotblau (lila) übergeht.

Das Phenolrot ist seiner chemischen Zusammensetzung nach Phenolsulfonphtalein und schlägt bei Ph_7 von gelb in lila um.

Nachdem wir zunächst bei jedem Tiere folgende Organe untersucht hatten: Magen, Leber, Nieren, Pankreas, Speicheldrüsen, Gehirn, konnten wir bald feststellen, daß Leber, Niere und Gehirn der Versuchstiere mit denen der Normaltiere nicht differierten, sodaß wir unsere Organuntersuchungen auf Magen, Pankreas und Speicheldrüsen beschränkten.

Spezielle Methodik.

1. Peptontiere.

Die Tiere werden ca. acht Tage lang mit Pepton ernährt. Man verfährt dabei am besten so, daß man aufgeweichtes Brot reichlich mit Pepton anrührt und den Tieren acht Tage lang diese Nahrung gibt. Wir verwendeten Pepton pulv. Witte.

Die Tiere nehmen diese Nahrung leidlich gern. Am 8. Tage bekommt das so vorbehandelte Tier 3 ccm des Indikators (Neutralrot subcutan bezw. Phenolrot intraperitoneal) injiziert und eine Stunde p. i. werden die Organe untersucht.

2. Zuckertiere.

Die Tiere werden 8 Tage lang mit Zucker ernährt. Man rührt zu diesem Zwecke aufgeweichtes Brot mit reichlich Zucker an. Diese Nahrung nehmen die Tiere z. T. gern, z. T. sehr ungern, und so erklären sich auch die gerade bei den Zuckertieren sehr verschiedenen Resultate.

Am 8. Tage bekommt das Tier 3 ccm Indikator injiziert und wird eine Stunde p. i. untersucht.

3. Hungertiere.

Grundbedingung ist, Hungertiere allein in ein leeres Glasgefäß zu setzen. Setzen wir Hungertiere (auch Dursttiere) zusammen in ein Gefäß, können wir häufig beobachten, daß die Tiere sich gegenseitig anfressen. Ferner dürfen wir in das Glasgefäß keine Torfunterlage tun, da wir im Anfang unserer Versuche, als wir den Tieren wie den anderen Torf in das Gefäß taten, bei der Mageneröffnung keinen absolut leeren Magen fanden. Der Mageninhalt konnte nur Torf sein. Um das Tier nicht gleichzeitig in den Durstzustand zu versetzen, geben wir dem Hungertier Wasser. Im allgemeinen kann eine ausgewachsene Maus zwei Tage hungern.

Wir ließen unsere Hungertiere zwei Tage hungern, spritzten am dritten Tage 3 ccm des Indikators und untersuchten eine Stunde p. i.

4. Dursttiere.

Auch die Dursttiere müssen, wie oben erwähnt, allein in ein leeres Glasgefäß gesetzt werden und bekommen durchschnittlich acht Tage lang altes, trockenes Brot als Nahrung. Im allgemeinen vertragen die Tiere diese Nahrung acht Tage lang. Am achten Tage 3 ccm Indikator. Untersuchung eine Stunde p. i.

5. Hunger- und Dursttiere.

Diese Tiere werden ebenfalls allein in ein leeres Glasgefäß gesetzt, bekommen weder flüssige nöch feste Nahrung und werden am zweiten bis dritten Tage untersucht.

Wir erwarteten bei diesen Tieren eine noch stärkere Reaktion als im Hunger- bezw. Durstzustand allein. Da aber die Untersuchung keinen Unterschied gegenüber den Hungertieren ergab, verzichteten wir auf die weitere Untersuchung und Protokollierung dieser Fälle.

6. Atropintiere.

Nachdem wir festgestellt hatten, daß die Maximalwirkung von Atropin nach $^3/_4$ Stunden eintritt, richteten wir unsere Versuch so ein, daß wir die Organe in dem Augenblick untersuchten, wo die Maximalwirkung des Atropins mit der Maximalwirkung des Indikators zusammenfällt. Da, wie schon erwähnt, die Maximalwirkung des Indikators nach einer Stunde, die des Atropins bereits nach $^3/_4$ Stunden eintritt, stellten wir unsere Versuche wie folgt an:

Ein normal ernährtes Tier bekommt eine Injektion von 3 ccm Indikator. Eine Viertelstunde später $^1/_2$ ccm Atropin subcutan. Dreiviertelstunde nach der Atropininjektion wird untersucht. Wir erreichen auf diese Weise, daß beim Zeitpunkt der Untersuchung gleichzeitig die Maximalwirkung des Indikators und des Atropins vorhanden ist.

Wir verwendeten zur Injektion folgende Lösung:

Sol. Atropin. hydrochlor. 0,01/10,0.

7. Pilocarpintiere.

Aehnlich wie beim Atropintier liegen die Verhältnisse beim Pilocarpintier.

Auch beim Pilocarpin haben wir die Maximalwirkung nach $^3/_4$ Stunden.

Wir stellten also auch hier, ganz entsprechend den Atropintieren, unsere Versuche wie folgt an:

Ein normal ernährtes Tier bekommt eine Injektion von 3 ccm Indikator, $^1/_4$ Stunde später $^1/_1$ ccm Pilocarpin subcutan, $^3/_4$ Stunde nach der Pilocarpininjektion Untersuchung.

Auch hier erreichen wir auf diese Weise wieder, die Zelle im Augenblicke der Maximalwirkung sowohl des Indikators als auch des Pilocarpins zu untersuchen.

Wir verwendeten folgende Lösung:

Sol. Pilocarpin. Hydrochlor. 0,1/10,0.

Atropin und Pilocarpin vertragen die Tiere ziemlich schlecht. Wir konnten nicht über größere Dosen, als wir injizierten, hinausgehen, da nach größeren Dosen die Tiere nach ganz kurzer Zeit eingingen. Auf die Dosen, die wir injizierten, reagierten die Tiere sehr verschieden.

Einige wurden innerhalb weniger Minuten moribund, andere waren noch nach einer Stunde vollkommen frisch. Im Durchschnitt waren die Tiere bei diesen Dosen jedoch nach einer Stunde moribund.

Die Verträglichkeit den Indikatoren gegenüber ist eine sehr gute. Sowohl Neutralrot als auch Phenolrot vertragen die Tiere ausgezeichnet.

Zur Untersuchung der einzelnen Organe fertigt man entweder Gefrierschnitte, Quetschpräparate oder Scherenschnitte an. Und zwar untersuchten wir von Leber und Niere Gefrierschnitte, von Pankreas, Speicheldrüsen und Gehirn Quetschpräparate bezw. Zupfpräparate, vom Magen Scherenschnitte.

Zur Beurteilung der Färbung ist es notwendig, Präparate von gleichmäßiger Dicke anzufertigen, da verschieden starke Schnitte die Intensität der Färbung verändern. Besonders schwierig ist es, gleichmäßig starke Scherenschnitte anzufertigen.

Ein Fixieren der Präparate ist uns nicht gelungen, da sofort Farbänderungen durch die Fixierung eintreten.

Wir untersuchten unsere Präparate entweder in physiologischer Kochsalzlösung oder in Luft unter dem Deckglase.

Was die Färbung anbetrifft, kann sich der Farbstoff auf zwei verschieden Arten ablagern und zwar unterscheiden wir eine Diffusfärbung und eine Granulafärbung der Zellen.

In der Arbeit: „Ueber Vitalfärbung mit Indikatoren" von Petow, Wittkower und Pietrkowski (20) finden wir darüber folgende Angaben:

„Die Diffusfärbung ist nach der Darstellung von Möllendorff seltener, war aber bei der Mehrzahl der von uns benutzten Farbstoffe zu beobachten.

Mehrfach erörtert und für unsere Zwecke besondes wichtig ist die Entscheidung, ob Auftreten von Diffusfärbung mit einer Schädigung der Gewebe gleichbedeutend ist. Diese Frage kann allem Anschein nach verneint werden, da Arnold, Garmus, Nirenstein und Möllendorff die Gleichberechtigung der Diffusfärbung neben der vitalen Granulafärbung anerkannt haben. Garmus, der Nickhautdrüsenzellen des Frosches intra vitam auf ihre vitale Färbung beobachtet hat, kommt zu dem Ergebnis, daß Granula- und Diffusfärbung fließend ineinander übergehen..

Selbstverständlich sind postmortale Imbibition und vitale Diffusfärbung scharf voneinander zu trennen. Die Vorstellung, die sich Möllendorff von dem Zustandekommen der Diffusfärbung macht, läuft darauf hinaus, daß stark lipoidlösliche Farbstoffe im gleichen Maße in der lipoidreichen Grundmasse und in den sauren Granula gelöst werden, während bei Fällung der basischen Farbstoffe in den sauren Granula Granulafärbung zustande kommen. Wenn Möllendorff freilich weiterhin annimmt, daß hierbei erhebliche Zersetzungen der Farbstoffe zustande kommen, so befinden sich unsere Befunde insofern in Widerspruch, als hochkomplizierte Funktionen der Farbstoffe, wie die Indikatoreigenschaft, offenbar durch die Zellpassage nicht verändert werden.

Ganz anders in der Beurteilung als zur Diffusfärbung verhält sich die Mehrzahl der Autoren zur vitalen Kernfärbung. Zwar gibt es in der älteren Literatur Angaben, die das Vorhandensein einer vitalen Kernfärbung behaupten, doch nehmen gegenwärtig die meisten unter Führung von Rost, dem besten Kenner auf diesem Gebiete, an, daß die Kernfärbung stets als Ausdruck einer Schädigung aufzufassen sei.“

Beim Neutralrot sahen wir sowohl Diffus- als auch Granulafärbungen, beim Phenolrot nur Diffusfärbung.

Wir wollen nun einige Protokolle folgen lassen, die wir wahllos unter ca. 300 Versuchstieren herausgegriffen haben.

I. Peptontiere.

A. Neutralrot.

1. Peptontier:

ab Sotg. 7. 3. 5.30 nur mit Pepton und Brot ernährt.
Sotg. 7. 3. 5.30 2 ccm Neutralrot.
Mo. 8. 3. 1.20 „ „
Di. 9. 3. 2.30 „ „
Mi. 10. 3. 12.30 getötet.

Allgemeines: Tier stark rot gefärbt.

Eingeweide tiefrot, dazu blaurot, am hellsten ist Magen.

Magen: hellrot, Inhalt breiig-schwärzlich-rötlich.

Pylorus: deutlich rote Granulafärbung, stärker als bei Normaltier.

Fundus: im Gegensatz zum Pylorus mehr rotgelbe Granulafärbung, große Bezirke.

Einzelne Zellen rötlich (Belegzellen?).

Pankreas: gelblich rosa mit roten Inseln und Granulafärbung.

Speicheldrüsen: rot.

Leuchtend rote Granulafärbung auf etwas gelblich-rotem Grunde.

2. Peptontier:

ab Mo. 22. 3. 5.30 auf Peptonnahrung gesetzt.
Fr. 26. 3. 3.20 4 ccm Neutralrot.
Fr. 26. 3. 4.30 getötet.

Magen: Inhalt stark lila gefärbt.

Pylorus: stark gefärbt und zwar:

Diffus gelb mit größeren hellila granulagefärbten Zellgruppen.

Fundus: starke diffuse Gelbfärbung mit deutlich lila gefärbten (Granulafärbung) größeren Partien.

Pankreas: teilweise ungefärbt, größere Bezirke lila, andere karminrot, wieder andere gelbgraue Granulafärbung.

Speicheldrüsen: zwischen kleineren diffus gelb gefärbten Bezirken — große diffuse und Granulafärbung rosa — lila Partien.

B. Phenolrot.

1. Peptontier:

Do. 8. 4. 1.00 Auf Peptonnahrung gesetzt.
Fr. 16. 4. 10.00 3 ccm Phenolrot.
11.00 getötet.

Allgemeines: Tie ist äußerlich gegenüber Normaltier mehr gefärbt. Situs etwas mehr in Orange.

Magen:

Pylorus: fast gänzlich ungefärbt. Nur sehr kleine Bezirke diffus gelb.
Weniger als Normaltier.

Fundus: Einige Bezirke diffus gelb. Größtenteils ungefärbt. Kein Unterschied gegenüber Normaltier.

Pankreas: Kleinere Bezirke diffus gelb gefärbt.
Etwas mehr gefärbt als Normaltier.

Speicheldrüsen: Starke gilbe Diffusfärbung der Zellen.
Stärker gefärbt als Normaltier.

2. Peptontier:

Do. 8. 4. 1.00 Auf Pepton gesetzt.
Fr. 16. 4. 10.00 3 ccm Phenolrot.
11.00 getötet.

Magen:

Pylorus: Fast ungefärbt, kleine Bezirke diffus gelb.
Weniger als Normaltier.

Fundus: Viele diffus gefärbte gelbe Inseln.
Viel stärker gefärbt als Normaltier.

Pankreas: Größere Bezirke diffus gelb gefärbt.
Stärkere Färbung als bei Normaltier.

Speicheldrüsen: Viele große Bezirke diffus gelb gefärbt.
Bedeutend stärker als Normaltier.

II. Zuckertiere.

A. Neutralrot.

1. Zuckertier:

Mo. 1. 3. 1.45 Auf Zuckernahrung gesetzt.
Mo. 1. 3. 2.15 2 ccm Neutralrot.
Di. 2. 3. 1.50 „ „
Mi. 3. 3. 12.05 „ „
Mi. 3. 3. 1.50 getötet.

Allgemeines: Tier stark gerötet, Organe stark rot, Darm blaurot, am hellsten Magen. Blase entleert tiefroten Urin.
Magen: fest-flüssiger hellroter Mageninhalt.
Pylorus: stärker gerötet als Fundus, der blaßrosa ist.

Mikroskop: diffus gelb-rosa gefärbt mit einzelnen stark rot gefärbten Inseln. Deutliche Granulafärbung.

Fundus: Grundton gelbbraun. Einzelne Partien leicht rosa gefärbt, einige Zellen rote Granulafärbung (Belegzellen?).
Pankreas: Auf rosa Grundton sehr deutliche Inseln mit roter Granulafärbung.
Speicheldrüsen: Sehr deutliche hellrosa-rote Granulafärbung der Zellen. Einzene Bezirke ungefärbt.

2. Zuckertier:

Mo. 8. 3. 1.00 auf Zuckernahrung gesetzt.
Mo. 8. 3. 1.25 2 ccm Neutralrot.
Di. 9. 3. 2.40 „ „
Mi. 10. 3. 1.25 getötet.

Allgemeines: äußerlich rosa gefärbt. Eingeweide leicht rosa-rot.
Magen: Inhalt breiig hellviolett.
Pylorus: rosa.

Deutliche rote Granulafärbung in den Drüsenschläuchen.

Fundus: Ungefärbt.

Mikroskop: leicht gelber Ton in kleinen Bezirken fast ungefärbt.

Pankreas: Intensive rosa bis rote Granulafärbung der Zellen.
Speicheldrüsen: Deutliche rosa Granulafärbung der Zellen, teilweise ungefärbt.

B. Phenolrot.

1. Zuckertier:

Fr. 19. 4. 10.15 auf Zuckernahrung gesetzt.
Fr. 16. 4. 12.00 3 ccm Phenolrot.
1.00 getötet.

Allgemeines: Tier äußerlich rosa-rot. Dunkler als Normaltier.

Magen:

Pylorus: Diffus gelb gefärbt.
Stärker als Normaltier.

Fundus: gänzlich ungefärbt.
Noch weniger als Normaltier.

Pankreas: Sehr kleine diffus gelb gefärbte Partien.
Viel weniger gefärbt als Normaltier.

Speicheldrüsen: Auffallend gelbe Diffusfärbung.
Stärker gefärbt als Normaltier.

2. Zuckertier:

Fr 9. 4. 10.15 auf Zucker gesetzt.
Fr. 16. 4. 12.00 3 ccm Phenolrot.
1.00 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich dunkel rosa-rot, auffallend dunkler (röter) gefärbt als bei Normaltier.

Magen:

Pylorus: Viele gelbe diffus gefärbte Partien.
Stärker gefärbt als Normaltier.

Fundus: gänzlich ungefärbt.

Pankreas: Sehr geringe gelbe Diffusfärbung.
Weniger gefärbt als Normaltier.

Speicheldrüsen: Stärkere gelbe Diffusfärbung.
Mehr als Normaltier gefärbt.

III. Hungertiere.

A. Neutralrot.

1. Hungertier.

Mi., 3. 3. 1.00 ohne feste Nahrung (nur Wasser).
Mi. 3. 3. 2.50 2 ccm Neutralrot.
Do. 4. 3. 5.00 „ „
Fr. 5. 3. 12.30 in agone getötet.

Allgemeines: Das Tier ist makroskopisch schon äußerlich (Schwanz, Ohren, Pfoten) viel intensiver rot gefärbt als alle anderen vorbehandelten und Kontrolltiere. (Trotzdem diese sogar im allgemeinen 6 ccm Neutralrot injiziert und diese nur 4 ccm injiziert bekommen.) Die Organe machen einen auffallend schlaffen Eindruck, ohne die normale Konstistenz. Magen und Darm leer. Der Magen fällt durch seine besonders hellrosa Farbe auf.

Magen: leer. Pylorus dunkler als Fundus.

Pylorus: Diffus gelb-rosa gefärbt mit rotgefärbten Inseln, in deren Zellen deutlich Granulafärbung zeigen.

Fundus: Diffuse grau-gelb-rosa Färbung ohne jegliche rote Inseln. Man sieht keine Granulafärbung.

Leber: Sehr schlaff. Besonders starke Verfettung der Leber. Wie überhaupt beim Hungertier ein gelblicher Ton bei allen Organen vorwiegt (Fett). Auch hier deutliche Granulafärbung der Zellen um Vena centralis herum zur Peripherie zu diffus gelb-rosa.

Duodenum: Sehr deutliche Granulafärbung der Drüsenzellen.

Pankreas: Gelb-roter Grundton mit sehr deutlicher Rotfärbung (Granulafärbung) der Zellen.

Niere: Rinde: diffus gelblich-rosa gefärbt.

Mark: bräunlich rot gefärbt. Deutliche Granulafärbung. Deutlich sichtbare bräunlich rot gefärbte Markstrahlen. Gefäßsystem sehr deutlich rot injiziert. Hungerniere ist am schwächsten gefärbt von allen Nieren.

Speicheldrüsen: Diffuse Rosafärbung mit intensiv hellroter deutlicher Granulafärbung der Zellen.

Gehirn: Sehr hell. Hellgrau mit einem ganz leichten Schein ins rosa.

Mikroskop: Diffuse gelbgraue Farbe, Keine Granulafärbung.

2. Hungertier:

So. 7. 3. 3.00 ohne feste Nahrung.
So. 7. 3. 4.50 2 ccm Neutralrot.
Mo. 8. 3. 1.20 „ „
Di. 9. 3. 4.50 getötet.

Allgemeines: Auch hier stark blauroter Situs. Blase entleert karminroten Urin. Wieder fällt der Magen durch seine helle rosa Farbe auf.

Magen: Leer.

Pylorus: Größtenteils diffus gelbrot gefärbt mit vielen intensiv rotblau gefärbten Zellbezirken (Granulafärbung).

Fundus: Es wechselt eine lila Granulafärbung größerer Bezirke mit orangegefärbten Partien (Granulafärbung).

Leber: Tief blaurot gefärbt.

Tief rot gefärbte Inseln in einem etwas helleren Grundton. Um Vena zentralis herum tiefrote Granulafärbung zur Peripherie hin heller, etwa zinnoberrot.

Niere: Keine Abweichung vom Normaltier.

Pankreas: Deutliche Granulafärbung. Rosa-lila gefärbte Zellbezirke. Dunkler als Normaltier.

Speicheldrüsen: Sehr starke lila Granulafärbung.

Gehirn: Diffuses grau-gelb. Zellelemente (Gliazellen?) leicht rosa gefärbt.

B. Phenolrot.

1. Hungertier.

Do. 8. 4. 1.00 ohne Nahrung.
So. 10. 4. 1.15 3 ccm Phenolrot.
So. 10. 4. 3.40 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich orangerot.

Situs: zinnoberrot, aber etwas mehr mit einer Nuance ins Violette.

Magen:

Pylorus: Stark gefärbt. Diffus gelb mit einem leichten Stich ins Orange.

Stärker gefärbt als Normaltier.

Fundus: Weniger gefärbt als Pylorus, aber mehr als Normaltier. Auch hier fällt der mehr orangefarbene Ton auf.

Pankreas: Diffus gelb. Stärker gelb gefärbt als Normaltier. Am stärksten gelb gefärbt sind die Langerhans'schen Inseln.

Speicheldrüsen: Starke gelbe Diffusfärbung. Einige kleine Stellen lila.

Stärker als Normaltier.

2. Hungertier:

Do. 15. 4. 12.00 ohne Nahrung.
So. 17. 4. 11.50 3 ccm Phenolrot.
So. 17. 4. 12.50 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich gelblich-rötlich.

Situs etwas mehr orangerot als Normaltier.

Magen:

Pylorus: Diffuse gelbe Färbung im ganzen Pylorus.

Wesentlich stärker als Normaltier.

Fundus: Diffuse Gelbfärbung des ganzen Fundus. Innerhalb des Gelb große Bezirke, die noch intensiver gelb gefärbt sind.

Stärkere Gelbfärbung als im Pylorus.

Viel stärker gefärbt als Normaltier.

Pankreas: Sehr starke diffuse Gelbfärbung des gesamten Pankreas.

Bedeutend stärker gefärbt als Normaltier.

Speicheldrüsen: Starke gelbe Diffusfärbung der gesamten Drüsenzellen.

Bedeutend stärker gefärbt als Normaltier.

IV. Dursttiere.

A. Neutralrot.

1. Dursttier:

Mo. 22. 3. 5.30 auf flüssigkeitslose Nahrung gesetzt.
Mo. 29. 3. 12.30 3 ccm Neutralrot.
Mo. 29. 3. 3.30 getötet.

Allgemeines: Situs ist sehr stark blaurot gefärbt.
Magen: Inhalt tiefviolett, fest.
Pylorus: Wenig gefärbt aber bedeutend mehr als Normaltier. Größere Bezirke orange bis lila Granulafärbung.
Fundus: Sehr stark gefärbt. Fast der gesamte Fundus weist eine rosa-rot-lila Granulafärbung auf.
Bedeutend mehr als Normaltier.
Pankreas: Sehr intensiv gefärbt. Tief lila Granulafärbung fast sämtliche Zellen.
Viel stärker als Normaltier.
Speicheldrüsen: Sehr stark gefärbt. Lila Granulafärbung bei allen Zellen.
Bedeutend mehr als Normaltier.

2. Dursttier.

Fr. 23. 4. 1.30 ohne Flüssigkeit.
Mo. 26. 4. 11.15 3 ccm Neutralrot.
Mo. 26. 4. 12.15 getötet.

Magen:
Pylorus: Vorwiegend lila Diffus- und Granulafärbung. Wenig orange.
Mehr als Normaltier.
Fundus: Lila Diffus- und Granulafärbung.
Bedeutend stärker als Normaltier.
Pankreas: Lila Diffus- und Granulafärbung.
Viel intensiver als Normaltier.
Speicheldrüsen: Starke lila Diffus- und Granulafärbung.
Viel stärker als Normaltier.

B. Phenolrot.

1. Dursttier:

Mo. 19. 4. 12,00 ohne Wasser.
Fr. 23. 4. 10,15 3 ccm Phenolrot.
Fr. 23. 4. 11.15 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich mehr gelblich.
Magen:
Pylorus: Starke gelbe Diffusfärbung größerer Bezirke.
Stärker gefärbt als Normaltier.
Fundus: Große Bezirke diffus gelb.
Viel stärker gefärbt als Normaltier.
Pankreas: Einige kleine und größere Bezirke diffus gelb.
Stärker als Normaltier.
Speicheldrüsen: Diffuse Gelbfärbung kleinerer Bezirke.
Stärker als Normaltier.

2. Dursttier.

Mo. 19. 4. 12.00 ohne Wasser.
Fr. 23. 4. 10.40 3 ccm Phenolrot.
Fr. 23. 4. 11.40 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich rot aber mehr gelblich.
Magen:
Pylorus: Viele gelbe diffus gefärbte Bezirke.
Fundus: Starke gelbe Diffusfärbung.
Stärker als bei Normaltier.
Pankreas: Stärkere diffuse Gelbfärbung als beim Normaltier.
Speicheldrüse: Starke gelbe Diffusfärbung.
Stärker als bei Normaltier.

V. Atropintiere.

A. Neutralrot.

1. Atropintier:

So. 7. 3. 5.10 2 ccm Neutralrot u. ½ ccm Atropin.
Mo. 8. 3. 1.20 2 ccm Neutralrot u. ½ ccm Atropin.
Di. 9. 3. 2.40 2 ccm Neutralrot u. ½ ccm Atropin.
Mi. 10. 3. 11.50 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich rosa-rot gefärbt. Eingeweide, Peritoneum rot, rotgelb bis rotblau. Magen bedeutend heller.

Magen: Inhalt breiig grau-rosa.

Pylorus: Graurosa Ton mit rosaroten Partien, in denen deutliche Rosa-rotfärbung (Granulafärbung) der Drüsenschläuche vorhanden ist.

Fundus: Mehr gelblich-rote Diffusfärbung mit orangefarbenen Inseln. Orangefarbene Granulafärbung der Zellen.

Leber: Immer der gleiche Befund.

Niere: Immer der gleiche Befund.

Pankreas: Diffus hellrosa mit einzelnen roten granulagefärbten Inseln.

Speicheldrüsen: Einzelne Bezirke ungefärbt, andere diffus blaß-rosa. Einzelne granulagefärbte Zellen.

2. Atropintier:

So. 20. 3. 2.10 2 ccm Neutralrot u. ½ ccm Atropin.
Mo. 22. 3. 2.25 3 ccm Neutralrot.
Mo. 22. 3. 4.20 ¾ ccm Atropin.
Mo. 22. 3. 5.00 getötet.

Magen:

Pylorus: Einzelne kleine Zellbezirke diffus rosa.

Fundus: Stärker gefärbt als Pylorus. Zellen deutliche rote Granulafärbung (Belegzellen?).

Pankreas: Viel ungefärbte Stellen, andere diffusrosa bezw. rote Inseln mit Granulafärbung, heller als Normaltier.

Speicheldrüsen: rosa. Es wechseln Bezirke mit gelber Färbung mit solchen, in denen eine leichte diffuse rosa Granulafärbung vorhanden ist.

Heller als Normaltier.

B. Phenolrot.

1. Atropintier.

Mi. 14. 4. 12.30 3 ccm Phenolrot und ½ ccm Atropin.

Allgemeines: Aeußerlich bedeutend weniger gefärbt als Normaltier.

Magen:

Pylorus: Fast gänzlich ungefärbt, kleine Bezirke diffus gelb. Weniger gefärbt als Normaltier.

Fundus: Gänzlich ungefärbt.

Pankreas: Kleine Bezirke diffus gelb.
Kein Unterschied gegenüber Normaltier.

Speicheldrüsen: Sehr wenig gefärbt. Kleine Partien diffus gelb. Kein Unterschied gegenüber Normaltier.

2. Atropintier.

Mi. 14. 4. 12.30 3 ccm Phenolrot und ½ ccm Atropin.
3.30 getötet.

Allgemeines: Aeußerlich ungefärbt.

Magen:

Pylorus: Größtenteils ungefärbt, ganz kleine Bezirke diffus gelb. Schwächere Färbung als Normaltier.

Fundus: Gänzlich ungefärbt.

Pankreas: Ganz kleine Bezirke diffus gelb.
Ungefähr = Normaltier.

Speicheldrüsen: Nur sehr kleine Bezirke diffus gelb gefärbt.
Weniger als Normaltier.

Pilocarpintiere.

A. Neutralrot.

1. Pilocarpinmaus.

Di. 2.3. 2.10 $^1/_4$ ccm Pilocarpin.
12.25 2 ccm Neutralrot
Mi. 3. 3. 11.55 $^1/_4$ ccm Pilocarpin.
12.00 2 ccm Neutralrot
1.50 bekommt Tier Krämpfe und wird
2.10 getötet.

Allgemeines: Haut, Eingeweide, Peritoneum deutlich gerötet, Darm tiefrot, Magen wesentlich heller. Aus Harnblase entleert sich gelb-roter Urin.

Magen:
Fester schwarzroter Mageninhalt.

Pylorus: Diffus rosa gefärbt.

Fundus: Etwas dunklere, etwas mehr rotgelbliche Färbung mit einzelnen roten Inseln. In diesen Granulafärbung.

Leber: Um Zentralvene herum deutliche dunkelrotgelbe Granulafärbung.

Niere. Rinde diffus rosa gefärbt, Mark rot, deutlich sichtbare Markstrahlen, Gefäßzeichnung, Granulafärbung im Mark.

Pankreas: Diffuse Rosafärbung mit deutlich intensiv roter Granulafärbung der Zellen.

Speicheldrüsen: Gegenüber Pankreas eine mehr gelbrote Färbung mit sehr stark hervortretender intensiv roter Färbung (Granulafärbung) der Zellen.

Gehirn: Diffus rosa gefärbt mit einzelnen kleinen gelben

2. Pilocarpinmaus.

Inseln. (Blut).
Mo. 8. 3. 1.30 2 ccm Neutralrot u. $^1/_4$ ccm Pilocarpin.
Di. 9. 3. 2.40 2 ccm Neutralrot und $^1/_4$ ccm Pilocarpin.
Mi. 10. 3 2.10 getötet.

Allgemeines: Tier macht äußerlich weniger gefärbten Eindruck. Situs erscheint ebenfalls heller als bei allen anderen Tieren. Wieder am hellsten Magen.

Magen: Sehr hell, Inhalt hellrot.
Pylorus: Nicht sehr stark gefärbt, Immerhin viele Bezirke mit rotbrauner Granulafärbung.
Fundus: Fast ungefärbt mit einigen weniger roten Punkten. (Belegzellen). Hauptzellen) ungefärbt.
Pankreas: Rot-braun Diffus- und Granulafärbung.
Leber, Niere, Gehirn: Immer derselbe Befund, wird daher nicht weiter protokolliert.
Speicheldrüsen: Gelbrote Diffusfärbung mit sehr starken granulagefärbten roten Inseln.

B. Phenolrot.

1. Pilocarpintier.
So. 10. 4. 1.25 3 ccm Phenolrot u. $^1/_4$ ccm Pilocarpin.
3.10 getötet.
Allgemeines: Am wenigsten rosa gefärbt. Etwas mehr gelblich. Situs ausgesprochen gelb.
Magen: Sehr gelb.
Pylorus: Intensive gelbe Diffusfärbung. Große Inselgruppen Viel stärker als Normaltier.
Fundus: Noch intensivere Gelbfärbung als in Pylorus. Bedeutend stärker gefärbt als Normaltier.
Pankreas: Ziemlich starke Diffusgelbfärbung. Stärker als bei Normaltier.
Speicheldrüsen: Intensive gelbe Diffusfärbung größerer Zellpartien. Stärker als Normaltier.

2. Pilocarpintier.
Mi 14. 4. 12.25 3 ccm Phenolrot u. $^1/_4$ ccm Pilocarpin.
2.45 getötet.
Allgemeines: Aeußerlich mehr gelblich.
Magen:
Pylorus: Mehr ein gleichmäßiges diffuses Gelb als bei Normaltier. Größere Felder intensiv gelb.
Fundus: Starke gelbe Diffusfärbung, große Partien. Stärkere Färbung als bei Normaltier.
Pankreas: Wesentlich größere Bezirke weisen eine diffuse Gelbfärbung auf als Normaltier.
Speicheldrüsen: Starke diffuse Gelbfärbung. Stärker als bei Normaltier.

Was nun die Beurteilung der Farbreaktionen anlangt, sind folgende allgemeine Grundsätze maßgebend:

1. Die Schnitte müssen gleichmäßig sein, da verschieden starke Schnitte auch eine verschieden starke Intensität der Färbung aufweisen.

2. Bei Färbung genau darauf achten, ob es sich wirklich um eine Färbung der Mukosa handelt, oder ob nur der sezernierte Schleim, der die Mukosa bedeckt, mit Farbstoff durchtränkt ist.

3. Bei Gelbfärbung immer genau darauf achten, ob Gelbfärbung nicht durch Blut hervorgerufen ist.

4. Immer äußerst schnell arbeiten, um keine Farbänderungen zu bekommen.

Gehen wir nun an die Beurteilung unserer Protokolle, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

1. Peptontiere:

Reagieren stärker sauer als Normaltier, jedoch nicht so stark sauer, wie Hunger- bezw. Durstiere.

2. Zuckertiere:

Bei diesen finden wir gegenüber dem Normaltier eine deutliche Herabsetzung der Acidität, indem wir beim Neutralrot sehr helle rosa Töne, bezw. beim Phenolrot sehr blaß gelbe Töne finden.

3. Hungertiere:

Schon äußerlich reagieren diese sehr stark sauer. Schon wenige Minuten nach der Injektion von Neutralrot färben sie sich sehr stark rosa, das allmählich in ein kräftiges Rot übergeht. Beim Eröffnen der getöteten Maus fallen die stark blaurot gefärbten Organe auf.

Auf Phenolrot reagieren sie nicht so typisch wie auf Neutralrot. Aber auch hier finden wir eine besonders intensive Gelbfärbung.

4. Durstiere:

Auch hier finden wir eine sehr stark saure Reaktion der Zellen, jedoch nicht so stark sauer, wie beim Hungertier.

5. Hunger- und Dursttiere:

Es findet sich kein Unterschied gegenüber Hungertieren bezw. Dursttieren.

Wir erwarteten eine noch stärkere Acidosis als beim Hungertier, fanden unsere Annahme aber nicht bestätigt.

Wir haben daher diese Versuche auch nicht protokolliert.

6. Atropintiere:

Reagieren weniger sauer. Färben sich auch äußerlich viel weniger intensiv als Normaltier.

Atropintiere reagieren am schwächsten sauer von allen vorbehandelten und unvorbehandelten Tieren.

Sehr schwach saure Reaktionen der Speicheldrüsen.

7. Pilocarpintiere:

Reagieren stärker als Normaltiere. Dagegen nicht so sauer wie Hunger- bezw. Dursttiere. Sehr stark saure Reaktion der Speicheldrüsen.

Wir kommen somit zu dem Schluß, daß Reizung des Vagus eine lokale Acidosse in den Zellen, Lähmung des Vagus aber den entgegengesetzten Zustand hervorruft. Hunger führt zur Acidose.

Die alimentaren Reize wirken deutlich in der Richtung, daß Peptonkost die Zellen der bei der Verdauung beteiligten Drüsen saurer macht, während eine Kohlehydratnahrung diesen Einfluß nicht hat.

Für das mir liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellte Material und das meiner Arbeit erwiesene Interesse danke ich Herrn Geh. Med. Rat Prof. Dr. His.

Literatur-Verzeichnis.

1. Kraus und Zondek: Die Stellung der Elektrolyte im Organismus. Klin. Wochenschr. 3. Jahrg. N. 17.
2. Kraus und Zondek: Ueber die Durchtränkungsspannung. Klin. Wochenschr. 1. Jahrg. N. 36.
3. Michaelis und Kramstyk: Die Wasserstoffionenkonzentration der Gewebssäfte. Biochem. Ztschr. 62. 1914.
4. Schaade, Neukirch und Halpert: Ueber lokale Acidosen des Gewebes und die Methodik ihrer intravitalen Messung, zugleich ein Beitrag zur Lehre der Entzündung. Ztschr. f. d. ges. experiment. Mediz. 24. 11. 1921.
5. Vlès, Reiss und Vellinger: Mesures potentiométriques sur le ph de la substance des oeufs d'oursin. Physique bibliogique, séance du 4 août 1924. cpt. rd. de l'acad. des sciences 1924. 179.
6. Th. Hartig: Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims. Bot. Ztg. 1853, p. 314 und 1858, p. 6—25.
7. Lieberkühn: Ueber die Einwirkung von Alizarin auf die Gewebe des lebenden Körpers. Sitzungsber. d. Ges. zur Bef. d. ges. Naturwissenschaften. Marburg 25. März 1874.
8. Ehrlich: Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus, eine farbenanalytische Studie. August Hirschwald, Bd. 1885.
9. H. Dreser: Zur Nierenphysiologie. Zeitschr. f. Biologie 1885. N. F. Bd. 3, 21. S. 41—66.
10. Edinger: Ueber die Reaktion der lebenden Magenschleimhaut. Pflügers Archiv Bd. 29, 1882.
11. Michaelis: Vitale Färbung, eine Darstellung der Zellgranula. Arch. f. mikroskop. Anatomie 1900.
12. H. Friedenthal: Ueber die Reaktion des Blutserums der Wirbeltiere und die Reaktion der lebendigen Substanz im allgemeinen. Zeitschr. f. allg. Physiol. 1902, Bd. 1.

13. Magnus: Zellchemie. Encykl. d. mikrosk. Technik mit besond. Berücksichtigung der Färbelehre, Bd. 2, 1903.
14. Rosin und Bibergeil: Ergebnisse vitaler Blutfärbung. Deutsch. med. Wochenschr. Bd. 28, 1902.
15. A. Fischel: Ueber eine vitale und spezifische Nervenfärbung. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, 1908, Bd. 25, H. 2.
16. Bethe: Hofmeisters Beitr. 6. 399. 1905. Wien. med. Wochenschr. Nr. 14, 1916. Biochem. Zeitschr. 127. 18. 1922.
17. K. Rohde: Zur Physiologie der Aufnahme nach Ausscheidung saurer und basischer Farbsalze durch die Niere. Pflügers Arch. 182. 1920. S. 114.
— Untersuchungen über den Einfluß der freien H-Ionen im Innern lebender Zellen auf den Vorgang der vitalen Färbung. Pflügers Archiv 168. 1917. S. 411—433.
18. S. Gräff: Ein Verfahren zur Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration im Gewebe mit Indikatoren. Zieglers Beitr. zur path. Anatomie und allgemeinen Pathologie, Bd. 72, S. 253.
19. Schmidtmann: Biochemische Zeitschr. 150, S. 253. Zeitschr. f. d. ges. experimentelle Medizin.
20. Petow, Wittkower und Pietrkowski: Ueber Vitalfärbung mit Indikatoren.

Lebenslauf.

Am 10. Januar 1901 wurde ich in Landsberg an der Warthe als Sohn des Kaufmanns Lesser Levy und seiner Ehefrau Martha geb. Eisner geboren.

Ich besuchte von der III. Vorschulklasse ab das Sophien-Real-Gymnasium in Berlin und bestand an diesem im September 1919 die Reifeprüfung.

Im Zwischensemester 1919—20 wurde ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin immatrikuliert und auf der medizinischen Fakultät eingeschrieben. Durch die ungünstigen Wirtschaftsverhältnisse war ich gezwungen, zweimal mein Studium zu unterbrechen. Im November 1924 bestand ich das Physikum mit „sehr gut" und im März 1927 das Staatsexamen mit gut.

Mein praktisches Jahr absolvierte ich an der I. Med. Universitätsklinik der Charité.